



한국운동역학회지, 2003, 제13권 3호, pp. 253-264
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 3, pp. 253-264

배구 우수선수와 비우수선수간의 오픈 스파이크 동작의 비교 분석

김창범* · 김영석** · 신준용*** (충북대학교)

ABSTRACT

Comparative Analysis of Open- Spike between Excellent and Non-excellent Players in Volleyball

Kim, Chang-Bum · Kim, Young-Suk · Shin, Jun-Yong
(Chungbuk National University)

C. B. KIM, Y. S. KIM, J. Y. SHIN. Comparative Analysis of Open-Spike between Excellent and Non-excellent Players in Volleyball. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 3, pp. 253-264, 2003. This study aims at finding the structure of spike technique by analysing comparatively the spike action by excellent and by non-excellent players throughout the section from a flying jump to the time of landing for the correct analysis of spike action and tries to help athletes and coaches to execute a scientific training.

For the objected person of this study, six of H College athletes three of excellent athletes and three of non-excellent athletes, presently registered as athlete with the Korea Volleyball Federation) were chosen, and the factors of analysis were analysed upon performance time of action by

2003년 10월 26일(일) 접수

* 교수, 361-804, 충북 청주시 흥덕구 개신동 산 48 충북대학교 자연과학대학 체육학과

** 361-804, 충북 청주시 흥덕구 개신동 산 48 충북대학교 자연과학대학 체육학과

*** Corresponding author, 361-804, 충북 청주시 흥덕구 개신동 산 48 충북대학교 자연과학대학 체육학과

연락처 : sjy73@hanmail.net, Tel : 011-465-5583

section, human body centered displacement, change of articulation angle, speed change of articulation of the upper limbs, uniformity of the articulation of the upper limbs upon impact, etc. The conclusion of this study is as follow:

1. In the time required for taking action, it shows to take 1.067 ± 0.057 seconds for the group of excellent athletes and 1.034 ± 0.033 seconds for the group of non-excellent athletes. Although there was not big difference between two groups in the performance time of action, it showed that the group of excellent athletes takes longer compared to the group of non-excellent athletes. And it was found by the result of this study that the group of excellent athletes stays longer in the duration of flight.
2. In the displacements of horizontal movement and vertical movement, it was found that the group of excellent athletes have moved more than the group of non-excellent athletes in the horizontal movement of the center of human body.
3. In the angles of wrist and knee, it was found that the excellent athletes have shown little than the non-excellent athletes in the entire sections, but that in the angle of elbow, the non-excellent athletes have shown bigger than the excellent athletes..
4. In the speed of the articulation of the upper limbs upon impact, it was found that the group of excellent athletes have shown bigger than the group of non-excellent athletes, and that in the maximum value of the articulation of the upper limbs, the maximum value for the hand was indicated upon impact and that forearm and upper arm have shown the maximum value just before the impact.
5. In the uniformity of articulation of the upper limbs at the time of impact, the group of excellent athletes showed bigger than the group of non-excellent athletes in all the articulations.

KEY WORDS : VOLLEYBALL, OPEN SPIKE.

I. 서 론

배구 경기에 있어서 승패를 결정 짓는 중요 요인은 공격력에 의해 좌우된다고 할 수 있다. 배구경

기는 공격과 방어로서 구분되어질 수 있는데, 공격 기술로써는 스파이크와 서비스, 블로킹을 들 수 있다. 배구경기에서 득점은 공격 기술 등에 의해서 이루어지지만, 대부분은 스파이크에 의해서 이루어지기 때문에 교사나 코치 및 선수들의 스파이크에 대한 이해는 무엇보다도 우선시 해야할 기술이다. 스파이크는 배구 경기에 있어서 득점을 얻기 위한 가장 기본이 되는 기술인 동시에 선수들이 습득해야하는 중요하고도 어려운 기술 중의 하나이다.

스파이크에는 오픈 공격, A속공, B속공, C속공, 후위공격이 있으며 요구되는 체력요인에는 각근순발력, 민첩성, 유연성, 협응력, 예측력 그리고 장신의 체격이 요구되며 고도의 운동기능을 필요로 한다.

배구 경기의 발전과 변화, 그리고 우리나라의 국제적 인식이 고조됨에 따라 그 기술과 방법 역시 국내 배구 연맹 회원국으로서의 면모를 과시하게 이르렀다. 또한, 1964년 동경 올림픽 이후 새로운 규정의 제정은 배구 경기의 기술적 발전상을 더욱 신장시킨 계기가 되었다. 그러나, 다른 구기 종목은 그 기술이나 방법적 이론을 체계화하려는 노력이 계속되어 분석적 연구가 진행되고 있으나 배구 경기의 연구는 조금 나약한 실정이다.

배구 기술에 대한 선행연구로는 Bebbam와 Coleman(1976)의 3차원 영상 분석을 통해서 스파이크 동작 점프시 유형별 속도와 타구시 분절의 각도에 대한 연구, Coutts(1982)의 스파이크시 사용되고 있는 점프 유형에 대한 운동 역학적인 힘과 접지속도에 대한 차이 연구, 이동우(1984)의 오픈공격과 속공동작의 생체역학적 분석, 곽창수(1984)의 블로킹시 신체 분절의 기여도에 관한 연구, 주명덕과 곽창수(1987)의 스파이크시 어프로치 점프유형별 동작의 운동역학적 분석, 박홍균(1994)의 배구 스파이크의 도움닫기와 발구름 동작 분석, 이경배(1988)의 후위 공격에 대한 운동학적 분석, 이기청(2000)의 남자 배구 선수들의 스파이크 동작에 대한 오픈공격과 후위공격의 실패와 성공 동작에 대한 비교 분석, 이기청(2000)의 남자 배구 경기의 A속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석, 이기청, 신인식, 최규정(2000)의 남자 배구 경기의 C속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석, 이동우와 조필환(2002)의 B속공시 숙련자와 미숙련자간의 분절 각도와 각속도에 대한 운동학적 비교분석 등이 있다.

이상의 선행연구들의 동향을 볼 때 배구 경기의 중요한 공격 기술의 하나인 오픈 공격에 대한 역학적인 측면에서의 연구 결과가 지속적으로 연구되어지고 있지만 기존의 연구들은 단순 구간에 대한 연구가 이루어지고 있는 실정으로 스파이크 동작의 정확한 분석을 위해서 도움닫기에서 착지시까지의 전 구간의 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 따라서, 본 연구에서는 스파이크 동작의 정확한 분석을 위해서 도움닫기에서부터 착지시 까지의 구간에 걸쳐 우수선수와 비우수선수간의 스파이크 동작을 비교 분석함으로써 스파이크 기술 구조에 대한 이해를 돋고, 선수와 코치들에게 과학적인 훈련을 실시할 수 있도록 하고자 한다. 이에 본 연구에서는 목적을 달성하고자 구간별 동작 수행시간, 인체중심의 수평이동변위, 수직이동변위, 스파이크 동작시 관절의 각도 변인, 상지 분절의 속도 변인, 임팩트시 각 분절의 일률을 분석하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 H대학 선수 6(우수선수 3명, 비우수선수 3명)명으로 선정하였으며, 우수선수는 2003년 현재 청소년 대표에 소속되어 있는 선수들로 선정을 하였으며, 비우수선수는 현재 대표에 속해 있지 않은 일반선수로 선정하였다. 이들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects.

subjects \ item		height (cm)	weight (kg)	age (yrs)	career (yrs)
excellent	M	186.6	78	21	9
	SD	6.1	3.6	0	1.7
non-excellent	M	188.6	83	20.6	8.6
	SD	5.8	4.3	0.5	2.3

2. 실험도구

본 연구에서 사용된 장비는 촬영 장비와 영상분석 및 자료처리 장비이다. 실험도구에 대한 구체적인 내용은 <Table 2>와 같다.

Table 2. Experiments equipments.

Equipments	Model name	Manufacturer
6mm digital video camera control object video tape ball marker	GR-DVL 9800 1m × 1m × 1m DVM60R	JVC DANIL SONY DANIL
motion analysis program computer	Ariel Performance Analysis System Pentium III 700Mz	ARIEL LIFE SYSTEM LG

3. 실험절차

본 연구의 실험절차는 다음과 같이 실시하였다.

대상자의 동작이 모두 관찰될 수 있는 공간 좌표를 설정하기 위해 4개의 통제점을 표시한 통제점들을 높이 1m, 길이 1m, 폭1m로 하여 설치하고, 통제점들에 대한 좌표화는 틀내에 있는 한 점을 기준점으로 좌표한 후 순서에 따라 좌표화한다. 실 공간 좌표의 기준점은 진행방향으로부터 틀의 왼쪽 맨 아래점으로 하고, 운동방향과 같은 좌우방향을 X축으로, 전후방향을 Z축으로 지정하고, 지면에 대하여 수직방향은 Y축으로 지정하였다. 통제점들이 모두 6mm 디지털 비디오카메라의 필드 안에 들어오도록 카메라를 피험자로부터 12m떨어진 곳에 1m 높이의 삼각대에 의해 수평을 유지하여 고정 시키도록 하였다. 카메라는 2대를 설치하며, 카메라의 속도는 60frames/sec로 설정하였다.

2대의 카메라를 작동시켜 통제점들을 5초 정도 촬영한 다음 통제점들을 제거하도록 하였다.

피험자는 촬영 전에 몸을 충분히 풀도록 하고, 가능하면 동일한 동작을 하도록 지시하고, 촬영을 실시하였다.

두 대의 카메라의 동조를 위해서는 풍선을 이용하고, 영상분석시 디지타이징(digitizing)을 정확하고 용이하게 하기 위해서 피험자 인체분절의 인체학적 경계점에 볼 마크(ball mark)를 부착하도록 하였다. 스파이크 동작은 피험자 1명당 각각 3번씩 동작을 수행하도록 하였다.

4. 자료처리방법

자료처리는 촬영을 통하여 얻어진 영상을 Ariel Performance Analysis System(APAS)를 이용하여 처리하였으며, 얻어진 데이터 분석은 개인적인 분석과 피험자간의 평균에 대한 분석을 동시에 실시하고, Excel 2000 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였다.

5. 국면 구분

본 연구에서는 스파이크 동작을 다음과 같은 국면으로 설정하였다.

- 1) 제1국면(Phase I) : 도움닫기에서부터 발구름 전까지의 국면
- 2) 제2국면(Phase II) : 점프 시작시부터 임팩트까지의 국면
- 3) 제3국면(Phase III) : 임팩트 직후에서부터 착지까지의 국면

III. 결과 및 논의

1. 구간별 동작 수행시간

본 연구에서는 스파이크 동작을 크게 세 구간으로 분류해서 분석하였으며, 스파이크 동작시 소요 시간에 대한 결과는 <Table 3>과 같다.

구간별 소요시간을 살펴보면 제 1구간에서 우수선수 집단이 0.311 ± 0.069 초, 비우수선수집단이 0.334 ± 0.033 초 소요되었으며, 제2구간에서는 우수선수 집단이 0.344 ± 0.019 초, 비우수선수집단이 0.356 ± 0.038 초, 제3구간에서는 우수선수 집단이 0.411 ± 0.019 초, 비우수선수집단이 0.333 ± 0.066 초 소요된 것으로 나타났다. 전체적인 소요시간에 있어서는 우수선수집단이 1.067 ± 0.057 초, 비우수선수집단이 1.034 ± 0.033 초 소요된 것으로 나타났다.

이상의 결과로 볼 때, 두 집단에서 동작 수행시간에 있어서 많은 차이를 나타내지는 않았지만, 우수선수집단이 비우수선수집단에 비해서 체공시간에 있어서 더 길게 나타났다.

Table 3. Elapse time of spike

(Unit : sec)

subject		I Phase	II Phase	III Phase	Total Time
excellent	M	0.311	0.344	0.411	1.067
	SD	0.069	0.019	0.019	0.057
non-excellent	M	0.344	0.356	0.333	1.034
	SD	0.050	0.038	0.066	0.033

2. 인체중심의 이동변위

1) 수평이동변위

본 연구에서 인체중심의 수평이동은 인체 중심이 전후방향(Z축)으로 움직인 변위를 분석하였다. 인체 중심의 전후 움직임은 배구 스파이크 동작에 있어서 도움닫기 동작이라고 할 수 있다. 스파이크 동작시 도움닫기는 점프력에 영향을 주는 중요한 요인이라고 할 수 있다.

본 연구에서 얻어진 인체 중심의 수평이동변위는 <Table 4>와 같이 나타났다.

그 결과를 살펴보면 제 1구간에서 우수선수 집단이 88.546 ± 32.242 cm, 비우수선수집단이 80.952 ± 12.375 로 나타났으며, 제2구간에서는 우수선수 집단이 75.759 ± 0.721 cm, 비우수선수집단이 64.279 ± 21.416 cm, 제3구간에서는 우수선수 집단이 75.304 ± 11.169 cm, 비우수선수집단이 50.910 ± 6.363 cm 이동

한 것으로 나타났다.

Table 4. Displacement of COG (Z Axis)

(Unit : Cm)

subject		I Phase	II Phase	III Phase
excellent	M	88.546	75.759	75.304
	SD	32.242	0.721	11.169
non-excellent	M	80.952	64.279	50.910
	SD	12.375	21.416	6.363

위길량(2002)의 연구 결과에 의하면 도약에서 임팩트 가지의 이동거리가 81cm 이동한 것으로 나타났는데, 본 연구와 5cm 정도의 차이가 나타났지만 유사한 결과를 나타내고 있다.

전체적인 수평이동변위에 있어서는 우수선수집단이 비우수선수집단보다 인체 중심의 수평이동이 더 많이 이동한 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 우수선수집단이 비우수선수집단보다 전방으로 중심을 많이 이동시켜서 더 많은 운동량과 점프력을 발휘한 결과라고 사료된다.

2) 수직이동변위

수직이동변위는 각 구간별 인체 중심이 상하방향(Y축)으로 움직인 변위를 분석하였다. 분석된 결과는 <Table 5>와 같다.

결과를 살펴보면, 제 1구간에서 우수선수 집단이 50.565 ± 6.314 cm, 비우수선수집단이 33.922 ± 8.688 cm로 나타났으며, 제2구간에서는 우수선수 집단이 59.587 ± 2.761 cm, 비우수선수집단이 47.951 ± 10.943 cm, 제3구간에서는 우수선수 집단이 89.067 ± 7.324 cm, 비우수선수집단이 68.244 ± 8.818 cm 이동한 것으로 나타났다.

전체적으로 우수선수집단이 비우수선수집단보다 인체 중심의 수직이동변위가 더 많이 이동한 것으로 나타났다.

이와같은 결과는 우수선수 집단이 비우수선수집단보다 중심고를 높이는 능력이 더 뛰어나다고 할 수 있겠다.

제 1구간에서 중심의 변화율이 적은 것으로 나타났는데, 이는 스파이크 타이밍을 조절하기 위한 준비 동작으로 신체 중심을 낮게 하여 발구름 직전에 높은 파워를 내기 위한 동작이라고 판단된다. 또한 인체 중심의 높이는 모든 대상자에서 임팩트 전후에 제일 높은 것으로 나타났다.

Table 5. Displacement of COG(Y Axis)

(Unit : Cm)

subject		I Phase	II Phase	III Phase
excellent	M	50.565	59.587	89.067
	SD	6.314	2.761	7.324
non-excellent	M	33.922	47.951	68.244
	SD	8.688	10.943	8.818

3. 관절의 각도 변화

1) 임팩트시 손목팔꿈치 각도

본 연구에서 손목각도와 팔꿈치 각도는 대상자의 스파이크시 사용되는 오른쪽 손목을 분석하였다. 그 결과는 <Table 6>과 같이 나타났다.

결과를 살펴보면, 손목 각도는 임팩트시 우수선수집단이 $164.381 \pm 7.707^\circ$, 비우수선수집단이 $166.365 \pm 8.495^\circ$ 로 나타났고, 팔꿈치 각도는 우수선수집단이 $135.037 \pm 8.051^\circ$, 비우수선수집단이 $140.364 \pm 14.891^\circ$ 로 나타났다.

위의 결과로 볼 때 손목 각도의 변화에 있어서 전 구간에서 우수선수가 비우수선수보다 작게 나타났는데 임팩트시에 2° 차이를 보였다. 김철휘(1987)의 연구에 의하면 오픈공격시 손목관절의 각도는 154.471° 로 보고하였는데 본 연구에서는 우수선수와 비우수선수집단에서 모두 김철휘(1987)의 연구보다 크게 나타났다.

Table 6. The angle of wrist and elbow at impact

(Unit : °)

subject		wrist	elbow
excellent	M	164.381	135.037
	SD	7.707	8.051
non-excellent	M	166.365	140.364
	SD	8.495	14.891

위길량(2002)의 연구결과에 의하면 임팩트시 팔꿈치의 각도는 136° 로 보고하였는데, 본 연구에서는 위길량(2002)의 연구보다 우수선수집단 1° 정도 작게 나타났으며, 비우수선수집단은 4° 정도 크게 나타났다.

임팩트시 팔꿈치의 각도가 너무 신전이 된다든지 작게 신전이 된다면 팔의 인체의 운동량을 볼에

적절하게 전이를 시키지 못하는 결과라고 사료된다.

2) 무릎각도

본 연구의 무릎각도의 결과는 <Table 7>과 같이 나타났다.

결과를 살펴보면, 도약시 우수선수집단은 $151.417 \pm 43.289^\circ$, 비우수선수집단은 $97.934 \pm 35.076^\circ$ 로 나타났으며, 임팩트시 우수선수집단이 $162.63 \pm 13.602^\circ$, 비우수선수집단이 $143.2 \pm 10.43^\circ$ 로 나타났고, 착지시 우수선수집단이 $117.493 \pm 68.578^\circ$, 비우수선수집단 $127.533 \pm 10.284^\circ$ 로 나타났다.

무릎각도는 전구간에 있어서 우수선수집단이 비우수선수집단보다 크게 나타났다.

위길량(2002)의 연구결과에 의하면 도약시 무릎각이 149.6° , 임팩트시 176.6° 로 보고하였는데, 본 연구에서는 위길량(2002)의 연구보다 우수선수의 집단은 도약시 2° 정도 크게 나타났고, 임팩트시 6° 정도 작게 나타났으며, 비우수선수집단은 도약시 52° 작게 나타났고, 임팩트시는 33° 정도 작게 나타났다. 임팩트시 우수선수집단이 비우수선수집단보다 무릎각이 크게 나타난 것은 임팩트시 상체의 반작용으로 하체의 움직임이 이루어지는데 이 때, 무릎의 신전이 적절하게 이루어져서 효율적인 스파이크 동작을 수행한 것으로 사료된다.

Table 7. The angle of Knee

(Unit : °)

subject		I Phase	II Phase	III Phase
excellent	M	151.417	162.63	117.493
	SD	43.289	13.602	68.578
non-excellent	M	97.934	143.200	127.533
	SD	35.076	10.430	10.284

4. 임팩트시 상지 분절의 속도 변화

본 연구에서 상지 분절의 속도의 변화 분석은 스파이크 동작시 사용되어지는 오른쪽 팔을 대상으로 분석하였다. 그 결과는 <Table 8>과 같이 나타났다.

손의 속도에 대한 결과는 우수선수집단이 $1425.502 \pm 94.165 \text{cm/s}$, 비우수선수집단이 $1255.755 \pm 208.181 \text{cm/s}$ 로 나타났고, 전완의 속도는 우수선수집단이 $974.417 \pm 50.799 \text{cm/s}$, 비우수선수집단이 $868.261 \pm 159.018 \text{cm/s}$ 로 나타났고, 상완의 속도는 우수선수집단이 $563.201 \pm 34.616 \text{cm/s}$, 비우수선수집단이 $489.825 \pm 98.302 \text{cm/s}$ 로 나타났다.

손의 속도에 있어서 위길량(2002)의 연구결과에 의하면 임팩트시 1165cm/s 로 보고하였다. 본 연구와 비교하면 우수선수와 비우수선수에서 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다.

손의 속도에 있어서 임팩트시에 손의 속도가 운동량과 볼의 속도에 영향을 많이 미치는데, 우수선

수집단이 비우수선수집단보다 높게 나타났다.

전완의 속도에 있어서 도약시를 제외하고 나머지 구간에서 우수선수집단이 비우수선수집단보다 높게 나타났다.

전완과 상완의 최고 속도는 두 집단 모두에서 임팩트 직전에 이루어지고 있는 것으로 나타나 손의 속도와 비교해서 먼저 피크점에 도달한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 스파이크 동작시 손의 속도보다 전완의 속도에 있어서 먼저 속도가 감소하는데, 이는 임팩트시 근위 분절에서 원위 분절로의 운동량이 전이가 된 현상이라고 설명할 수 있겠다.

Table 9. The velocity of fore arm (Unit : Cm/s)

subject		hand	fore arm	upper arm
excellent	M	1425.502	974.417	563.201
	SD	94.165	50.799	34.616
non-excellent	M	1255.755	868.261	489.825
	SD	208.181	159.018	98.302

5. 임팩트시 분절의 일률

일률은 단위 시간당 행하는 일의 양을 말하며 양의 일률(positive power)은 분절의 각속도가 합성분절 모멘트와 같은 방향일 때 일어난다. 즉, 단축성 수축(concentric contration) 동안에 발생하며, 음의 일률은 이심성 수축(encentric contration)동안에 발생한다.

본 연구에서는 임팩트시 상지 분절에 대한 일률을 분석하였다.

임팩트시 일률에 대한 결과는 <Table 11>과 같이 나타났다.

그 결과를 살펴보면, 손의 일률에 있어서 우수선수집단이 $-195.276 \pm 86.967\text{w}$, 비우수선수집단이 $-130.634 \pm 382.167\text{w}$ 로 나타났고, 전완의 일률은 우수선수집단이 $-527.579 \pm 326.359\text{w}$, 비우수선수집단이 $-205.424 \pm 347.224\text{w}$ 로 나타났으며, 상완의 일률에 있어서 우수선수집단이 $-587.153 \pm 261.349\text{w}$, 비우수선수집단이 $-339.52 \pm 81.917\text{w}$ 로 나타났고, 어깨의 일률에 있어서 우수선수집단이 $-1040.32 \pm 391.163\text{w}$, 비우수선수집단이 $-572.545 \pm 442.553\text{w}$ 로 나타났다.

임팩트시 상지 분절의 일률에 있어서 모든 분절에서 우수선수집단이 비우수선수집단보다 더 크게 나타났다. 이 결과로 볼 때 임팩트시 우수선수집단이 비우수선수집단보다 운동량을 높이기 위해 상지 분절들의 가동범위를 크게 하고, 분절들의 속도도 빠르게 한 결과라고 사료된다.

Table 11. The power of segment at impact

subject		hand	fore arm	upper arm	shoulder
excellent	M	-195.276	-527.579	-587.153	-1040.32
	SD	86.967	326.359	261.349	391.163
non-excellent	M	-130.634	-205.424	-339.52	-572.545
	SD	382.167	347.224	81.917	442.553

IV. 결 론

본 연구는 스파이크 동작의 정확한 분석을 위해서 도움닫기에서 부터 착지시 까지의 구간에 걸쳐 우수선수와 비우수선수의 스파이크 동작을 비교 분석함으로써 스파이크 기술 구조에 대한 이해를 돋고, 선수와 코치들에게 과학적인 훈련을 실시할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

본 연구의 대상자는 현재 대한 배구 연맹에 선수 등록 되어 있는 H대학선수 6(우수선수 3명, 비우수선수 3명)명을 대상으로 선정하였으며, 분석요인은 구간별 동작 수행시간, 인체중심의 변위, 관절각도의 변화, 상지 분절의 속도 변화, 임팩트시 상지분절의 일률 등을 분석하였다. 이에 대한 결론은 다음과 같다.

- 동작소요 시간에 있어서는 우수선수집단이 1.067 ± 0.057 초, 비우수선수집단이 1.034 ± 0.033 초 소요 된 것으로 나타나, 두 집단에서 동작 수행시간에 있어서 많은 차이를 나타내지는 않았지만, 우수선수집단이 비우수선수집단에 비해서 더 길게 나타났다. 이와 같은 결과는 체공시간에 있어서 우수선수 집단이 더 길게 나타났다.
- 수평이동변위와 수직이동변위에 있어서는 우수선수집단이 비우수선수집단보다 인체 중심의 수평 이동이 더 많이 이동한 것으로 나타났다.
- 손목 각도와 무릎각도에 있어서 전 구간에서 우수선수 집단이 비우수선수 집단보다 작게 나타났으며, 팔꿈치각도에 있어서는 전 구간에서 비우수선수집단이 우수선수집단보다 크게 나타났다.
- 상지 분절의 속도에 있어서 임팩트시 우수선수집단이 비우수선수 집단보다 크게 나타났으며, 상지 분절의 최대값은 손은 임팩트 시에 최고값이 나타났으며, 전완과 상완은 임팩트 직전에 최대값을 나타내었다.
- 임팩트시 상지 분절의 일률에 있어서는 모든 분절에서 우수선수 집단이 비우수 선수집단보다 더 크게 나타났다.

참 고 문 헌

- 곽창수(1984). 배구 블로킹 시 각 신체 분절의 기여도, 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박홍균(1994). 배구 스파이크의 도움닫기와 발구름 동작 분석, 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 위길량(2002). 배구경기의 오픈공격과 B속공 동작의 운동 역학적 분석, 전남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이경배(1988). 배구 경기의 Back Attack에 대한 운동학적 분석, 성균관대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이기청(2000). 남자 배구 경기의 A속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석, 한국체육학회지 39(2), pp.548-557.
- 이기청, 신인식, 최규정(2000). 남자 배구 경기의 C속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석, 한국체육학회지 39(3), pp. 635-643.
- 이동우, 조필환(2002). 배구의 B 속공시 숙련자와 미숙련자간의 신체 분절 각도와 각속에 대한 운동 학적 비교분석, 한국체육교육학회지 6(2), pp. 220-229.
- 정철수, 신인식, 곽창수, 최규정(1989). 배구 스파이크의 팔 동작에 대한 3차원적 분석. 한국체육과학 연구원 연구조성 논문.
- Coutts, K.D. (1982). Kinetic Differences of Two Volleyball Jumping Techniques. Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol. 14, No. 1, pp. 57~59.